

где k_T коэффициент теплопроводности материала теплиц, Вт/(м²·К).

Площадь ограждений:

$$S_{\text{огр}} = k_{\text{огр}} S_{\text{общ}}, \quad (2)$$

где $k_{\text{огр}}$ – коэффициент ограждения; $S_{\text{общ}}$ – общая площадь теплиц; $t_{\text{вн}}$ и $t_{\text{нар}}$ – температуры внутри и снаружи теплицы.

Для расчета рассматривается период минимального прихода тепла извне, то есть экстремальные условия:

1. Ночной период.
2. Самые холодные сутки года.

При этом минимальная температура в теплице должна составлять 15 °С.

Таким образом, использование сбросной теплоты позволяет снизить тепловые сбросы в конденсаторе и более эффективно использовать топливо. При этом уменьшается тепловое загрязнение окружающей среды. Создание энерго-биологических комплексов позволит превратить АЭС и ТЭС в круглогодичный источник ценных биопродуктов для населения и животноводства.

Список использованных источников

1. Методические указания по санитарному контролю за применением и эксплуатацией дистилляционных опреснительных установок / Утв. Зам. Главного государственного санитарного врача СССР В. Е. Ковшило 22 ноября 1985 г. N 4045-85. [Электронный ресурс] URL: <http://www.alppp.ru/law/zdravooohranenie--fizicheskaja-kultura-i-sport--turizm/zdravooohranenie/63/metodicheskie-ukazaniya-po-sanitarnomu-nadzoru-za-primeneniem-i-ekspluataciej-ionoobmennyh.html> (дата обращения 16.11.2015).
2. Васильев А. М. Развитие тепличных хозяйств при условии использования потенциала энерговырабатывающих предприятий / А. М. Васильев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2011. № 2. С.
3. Преобразование энергии биомассы [Электронный ресурс]. URL: <http://recyclers.ru/> (дата обращения 14.11.2015).
4. СНиП 2.10.04-85 Теплицы и парники: Строительные нормы и правила, 1986.
5. Климов В. В. Расчет системы отопления культивационных сооружений [Электронный ресурс] URL: <http://greenhouses.ru/> (дата обращения 12.10.2015).

УДК 621.499

Бибик И. С., Вальцева А. И.
Уральский федеральный университет
turbina2rista@yandex.ru

РАДИОИЗОТОПНЫЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ: БОЛЬШОЕ В МАЛОМ

Аннотация. В работе рассмотрены основные типы радиоизотопных термоэлектрических генераторов, проанализированы параметры работы данных установок, области их применения и возможные перспективы.

В мире одним из самых востребованных и ценных ресурсов является энергия: электрическая, тепловая, ядерная, термоядерная, механическая, химическая и световая. На данном этапе развития современное общество научилось преобразовывать эти виды энергий из одной формы в другую, используя разные вариации трансформаций. Никого не удивить технологиями получения энергии из биомассы, или при помощи температурного градиента вод мирового океана. Еще одним очень интересным способом получения энергии, из нетрадиционной энергетики, является генерация её при радиоактивном распаде.

Установки, использующие данную технологию, называются радиоизотопными термоэлектрическими генераторами (далее – РИТЭГ). РИТЭГ преобразует тепловую энергию, выделяющуюся в процессе естественного неконтролируемого распада активных веществ, в электроэнергию при помощи термоэлектрических преобразователей.

Достоинство РИТЭГов заключается в их компактности, простоте обслуживания и в долговременной работе (могут работать десятилетиями). Основным недостатком является мощность и КПД таких установок, они во много раз меньше чем у реакторов использующих контролируемую цепную реакцию деления ядер тяжелых элементов.

РИТЭГи являются источниками автономного электропитания с постоянным напряжением от 7 до 30 В для различной автономной аппаратуры мощностью от нескольких ватт до 80 Вт. В совокупности с РИТЭГаами используются различные электротехнические устройства, обеспечивающие накопление и преобразование генерируемой электрической энергии.

В этих установках используются источники тепла на основе радионуклида стронций-90 (РИТ-90). РИТ-90 представляет собой закрытый источник излучения, в котором топливо, обычно в форме керамического титаната стронция-90 (SrTiO_3), дважды герметизирована аргоно-дуговой сваркой в капсуле. В некоторых РИТЭГах стронций используется в форме стронциевого боросиликатного стекла. Капсула защищена от внешних воздействий толстой оболочкой РИТЭГа, сделанной из нержавеющей стали, алюминия и свинца. Биологическая защита изготовлена таким образом, чтобы на поверхности устройств доза радиации не превышала 200 мР/ч, а на расстоянии метра – 10 мР/ч [1].

Период радиоактивного полураспада стронция-90 (^{90}Sr) – 29 лет. На момент изготовления РИТ-90 содержат от 30 до 180 кКи ^{90}Sr (рисунок). При распаде стронция образуется дочерний изотоп, бета-излучатель, иттрий-90 с периодом полураспада 64 часа. Мощность дозы гамма-излучения РИТ-90 самого по себе, без металлической защиты, достигает 400-800 Р/ч на расстоянии 0,5 м и 100-200 Р/ч в 1 м от РИТ-90. Сравнительный анализ установок приведен в таблице.

Для высокоэнергетических радионуклидных энергетических установок (таблица) в качестве топлива применяют плутоний-238, однако использование в РИТЭГах источников тепла на основе плутония-238 требует больших финансовых затрат связанных с безопасностью эксплуатации, поэтому в установках предназначенных для наземного использования данный изотоп не применяется. Плутоний- 238 в 2006 г. при запуске зонда New Horizons к Плутону нашёл свое

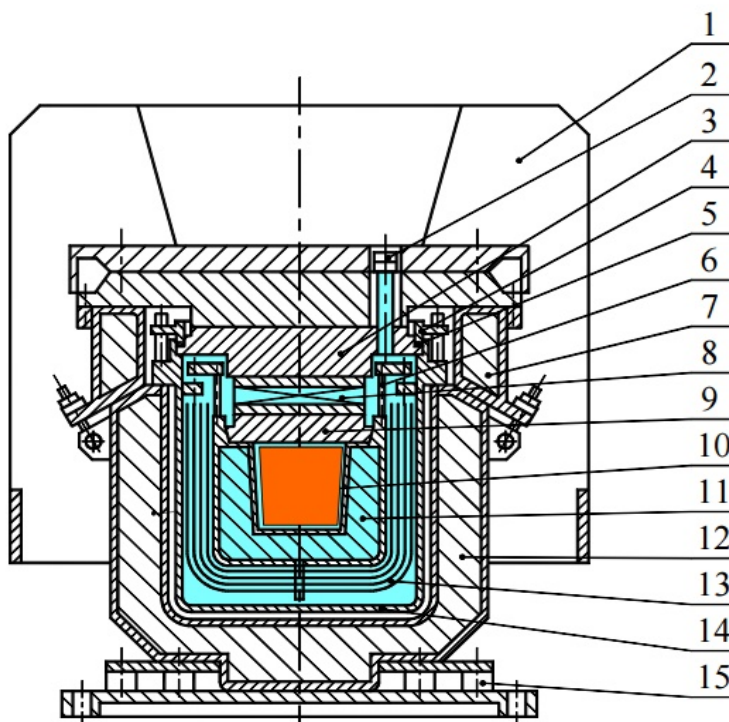
применение в качестве источника питания для аппаратуры космического аппарата. Радиоизотопный генератор содержал 11 кг высокочистого диоксида ^{238}Pu , производящего в среднем 220 Вт электроэнергии на протяжении всего пути (240 Вт в начале пути и, по расчётам, 200 Вт к концу). Зонды Галилео и Кассини были также оборудованы источниками энергии, в качестве топлива для которых служил плутоний. Марсоход Curiosity получает энергию благодаря плутонию-238. Марсоход использует последнее поколение РИТЭГов, называемое Multi-Mission Radioisotope Thermoelectric Generator. Это устройство производит 125 Вт электрической мощности, а по истечении 14 лет – 100 Вт.

Типы установок РИТЭГ

Тип радиоизотопных энергетических устройств	Активность, по стронцию-90, кКи	Активность, по стронцию-90, Бк
ИЭУ-1	465,0	1,72E+16
ИЭУ-2	100,75	3,73E+15
Горн	185,0	6,85E+15
ИЭУ-2М	116,25	4,30E+15
Бета-М	35,7	1,32E+15
Гонг	46,5	1,72E+15
Эфир-МА	104,45	3,86E+15

1 —	радиатор
2 —	электровывод
3 —	крышка
4 —	крышка термоблока
5 —	прокладка
6 —	опора теплового источника
7 —	радиационная защита
8 —	блок термоэлектрический
9 —	теплопереход
10 —	радиоизотопный источник тепла
11 —	блок защиты
12 —	радиационная защита
13 —	блок экранов
14 —	корпус
15 —	основание

Конструктивная схема РИТЭГа типа «Бета-М»



Конструктивная схема РИТЭГ типа «Бета-М»

РИТЭГи являются идеальным решением проблемы энергообеспечения объектов, например РИТЭГаами оснащались маяки в Финском заливе, на островах Родшер, Нерва в Балтийском море, на острове Гейсбера, на трассе Северного морского пути и т. д. Также они используются в полевых условиях на Камчатке и Кольском полуострове [2, 3]. Они являются основным источником электропитания на космических аппаратах, имеющих продолжительную миссию и сильно удаляющихся от Солнца (например, Вояджер-2 или Кассини- Гюйгенс), где использование солнечных батарей неэффективно или невозможно.

В ближайшие 20-30 лет улучшенные конструкции РИТЭГов смогут стать одним из основных источников энергии в ожидаемом нас энергетическом кризисе [4]. Так как, увеличение энергопотребления ведет к истощению запасов полезных ископаемых топлив, таких как: уголь, нефть, газ, ядерное топливо. По мнению журнала «Energy Policy» нефть может закончиться через 10 лет, газ через 22 года. Но не стоит забывать, что приведенные выше цифры носят вероятностный характер, точное количество мировых запасов невозобновляемых источников энергии не известно. Но динамика потребления полезных ископаемых растет с каждым годом. Поэтому одним из оптимальных выходов является усовершенствование конструкций РИТЭГ, для большей безопасности и дешевизны эксплуатации.

Список использованных источников

1. Nilsen, T. Nuclear Powered Lighthouses // Bellona working paper: Oslo. 1992. № 5.
2. Плечикова М. Сахалин и курилы могут превратиться в радиоактивную свалку // Свободный Сахалин. 2002. № 51 (781). С. 20.
3. Рылов М. И. Проблемы радиационной безопасности при обращении с радиоизотопными термоэлектрическими генераторами / М. И. Рылов, М. Н. Тихонов // Атомная стратегия. 2003. № 1 (6). С. 30-40.
4. Kippe, Halvor Kippe, Steinar Høibråten. Security concerns regarding RTGs // Norwegian Defence Research Establishment. Oslo, 2005. P. 41.

УДК 621.311.25

Бужин П. А., Кирпичникова И. М., Аникин А. С.
Южно-Уральский государственный университет
buzin_pavel@mail.ru

НАНОАНТЕННЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Аннотация. В ходе данной работы были проанализированы достоинства и недостатки использования солнечных батарей на основе наноантенн. И предложена модель солнечной батареи с использованием наноантенн, настроенных на поглощение волн электромагнитного излучения, и преобразователя, трансформирующего электрическую энергию в тепловую.